Vật lý thống kê

PGS. Nguyễn Nhật Khanh

Ngày 2 tháng 7 năm 2020

Mục lục

Chương 1

Các điều kiện cân bằng

Ta đã thấy trạng thái cân bằng thống kê của một hệ kín là trạng thái có xác xuất lớn nhất ứng với cực đại của entropi σ.

$$\sigma = \sigma\left(U, x, N\right) \tag{1.1}$$

1.1 Cân bằng nhiệt

Ta tưởng tượng là vách ngăn cho nhiệt truyền qua, không dịch chuyển và không thấm (tức không cho các hạt qua lại). Biến số duy nhất của entropy chỉ là nội năng.

Từ tính cộng được của entropy ta có

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$$

Giả thiết rằng hệ con 1 và hệ con 2 nằm cân bằng với nhau, tức hệ kín ở cân bằng. Khi đó σ đạt cực đại. Điều kiện để σ đạt cực đại là $\mathrm{d}\sigma = 0$.

$$\begin{aligned} \mathrm{d}\sigma &= \mathrm{d}\sigma_1 + \mathrm{d}\sigma_2 = 0 \\ \mathrm{d}\sigma &= \left(\frac{\partial\sigma_1}{\partial U_1}\right)\mathrm{d}U_1 + \left(\frac{\partial\sigma_2}{\partial U_2}\right)\mathrm{d}U_2 = 0 \end{aligned} \tag{1.2}$$

Vì nội năng của hệ kín là hằng số, nên

$$\mathrm{d}U = \mathrm{d}U_1 + \mathrm{d}U_2 = 0$$

Do đó

$$\mathrm{d}\sigma = \left[\left(\frac{\partial\sigma_1}{\partial U_1}\right) - \left(\frac{\partial\sigma_2}{\partial U_2}\right)\right]\mathrm{d}U_1 = 0$$

Vì biến thiên dU_1 có thể tùy ý, nên

$$\frac{\partial\sigma_1}{\partial U_1} = \frac{\partial\sigma_2}{\partial U_2} \tag{1.3}$$

Ta dẫn ra đại lượng θ theo định nghĩa

$$\frac{1}{\theta} = \left(\frac{\partial\sigma}{\partial U}\right)_{V,N} \tag{1.4}$$

Điều kiện (1.3) trở thành

$$\theta_1 = \theta_2 \tag{1.5}$$

1.2 Cân bằng cơ

Giả sử bây giờ vách ngăn vừa có thể truyền được nhiệt vừa dời chuyển được nhưng không thấm. Điều kiện của trạng thái cân bằng (σ cực đại) sẽ là

$$\mathrm{d}\sigma = \left(\frac{\partial \sigma_1}{\partial U_1}\right) \mathrm{d}U_1 + \left(\frac{\partial \sigma_2}{\partial U_2}\right) \mathrm{d}U_2 + \left(\frac{\partial \sigma_1}{\partial V_1}\right) \mathrm{d}V_1 + \left(\frac{\partial \sigma_2}{\partial V_2}\right) \mathrm{d}V_2 = 0$$

Do cân bằng nhiệt nên hai số hạng đầu bằng không. Vì vậy

$$\left(\frac{\partial \sigma_1}{\partial V_1}\right) \mathrm{d}V_1 + \left(\frac{\partial \sigma_2}{\partial V_2}\right) \mathrm{d}V_2 = 0$$